

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許番号

第2693065号

(45)発行日 平成9年(1997)12月17日

(24)登録日 平成9年(1997)9月5日

(51)IntCl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 H 19/40			H 0 1 H 19/40	
1/52			1/52	
11/00			11/00	L
H 0 1 L 21/3065			H 0 1 L 21/302	J

請求項の数16(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平3-285097
(22)出願日 平成3年(1991)10月30日
(65)公開番号 特開平4-306520
(43)公開日 平成4年(1992)10月29日
(31)優先権主張番号 6 0 8 1 3 9
(32)優先日 1990年11月1日
(33)優先権主張国 米国 (U S)

(73)特許権者 390039147
エイチイー・ホールディングス・インコーポレーテッド・ディーピーイー・ヒューズ・エレクトロニクス
アメリカ合衆国, カリフォルニア州
90045-0066, ロサンゼルス, ヒューズ・テラス 7200
(72)発明者 ローレンス・イー・ラーソン
アメリカ合衆国, カリフォルニア州
90043, サンタ・モニカ, ナインティーン・ストリート 822
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

審査官 杉田 恵一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 マイクロ機械加工スイッチおよびその製造方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 実質的に平坦な表面を有する誘電材料の基体(12)と、
前記基体(12)の表面に付着され、電気信号を導き、間隔を隔てて互いに分離された第1の伝送ラインセグメント(26)と第2の伝送ラインセグメント(28)とを具備している導電材料の伝送ラインと、
前記基体(12)の表面に付着されたハブ(16)と、
前記ハブ(16)を中心に回転可能に前記ハブ(16)に取付けられているスイッチブレード(14)と、
前記基体(12)の表面に付着され、閉回路位置と閉回路位置との間で前記スイッチブレード(14)を回転させる静電界を生成するための制御信号を選択的に供給される制御パッド(18 ~ 23)とを具備し、
前記スイッチブレード(14)は導電材料で構成され、閉回

2

路位置に回転されたとき前記第1の伝送ラインセグメント(26)と第2の伝送ラインセグメント(28)との間の回路を電氣的に閉じる寸法に構成されていることを特徴とする静電的に開閉を制御される小型スイッチ。

【請求項2】 前記スイッチブレード(14)の端部および前記伝送ラインセグメント(26, 28)の端部はエアギャップによって分離されている請求項1記載の小型スイッチ。

10 【請求項3】 前記スイッチブレード(14)の端部および前記伝送ラインセグメント(26, 28)の端部は前記スイッチブレード(14)と前記伝送ラインとの間で整合した特性インピーダンスを形成するように整合した幾何学形状および寸法を有している請求項1記載の小型スイッチ。

【請求項4】 閉回路位置にあるとき前記スイッチブレード(14)の端部に隣接する前記伝送ラインセグメント(2

3

6、28)の端部は前記スイッチブレード(14)の端部の一部分と低摩擦接触する突出部分(138、140)を備えている請求項2記載の小型スイッチ。

【請求項5】 前記ハブ(16)、前記スイッチブレード(14)および前記制御パッド(18～23)は薄膜から形成されている請求項1記載の小型スイッチ。

【請求項6】 さらに、予め定められた位置を越える前記スイッチブレード(14)の回転を停止するために前記制御パッド(18～23)から変位して位置された停止手段(34、36)を備えている請求項1記載の小型スイッチ。

【請求項7】 前記スイッチブレード(14)は前記基体(12)の表面に対向した表面から突出している突出部(65)を有し、この突出部(65)によって前記スイッチブレード(14)は基体(12)表面に支持されている請求項1記載の小型スイッチ。

【請求項8】 前記伝送ラインセグメント(26、28)の端部と前記スイッチブレード(14)の端部とは互いに整合する切り取りセグメント(142、144;150、152)を有する請求項2記載の小型スイッチ。

【請求項9】 前記ハブ(16)は前記ハブ(16)上に前記スイッチブレード(14)を保持するキャップ(78)を有している請求項5記載の小型スイッチ。

【請求項10】 前記ハブ(92)は前記スイッチブレード(89)の軸孔の直径より大きい直径を備えたボス(94)を有する軸受(90)を含み、スイッチブレード(89)の一端が前記伝送ラインセグメント(98、100)の接触面の平面にスイッチブレード(89)の接触面を保持するレベルに位置される請求項5記載の小型スイッチ。

【請求項11】 前記伝送ラインは少なくとも2対の第1および第2のセグメント(110、112;114、116)を含み、各対が他方の対から角度的に変位して配置され、制御手段として少なくとも2対の制御パッド(118、119;120、121)を含み、それによって前記スイッチブレード(89)は前記伝送ラインセグメントの対の間の回路の開閉動作を行うことを可能にされている請求項1記載の小型スイッチ。

【請求項12】 前記制御パッド(18～23)は前記スイッチブレード(14)が回転されてそれらの制御パッド(18～23)と整列されたときに、前記スイッチブレード(14)の端部から距離を隔てて位置される請求項1記載の小型スイッチ。

【請求項13】 前記制御パッドの端部(170)は前記スイッチブレード(162)の端部と重なっている請求項1記載の小型スイッチ。

【請求項14】 少なくとも3対の制御パッド(18、19;20、21;22、23)を含み、各対は制御信号に応答して閉および開回路位置に前記スイッチブレード(14)をステップ運動させるように他のパッドに関して角度的に変位して配置されている請求項1記載の小型スイッチ。

【請求項15】 前記スイッチブレード(14)の端部と前

4

記伝送ラインセグメント(26、28)の端部との間のエアギャップは約0.5ミクロン乃至約5.0ミクロンの幅である請求項2記載の小型スイッチ。

【請求項16】 基体(12)の表面上に第1のフォトレジスト層(52、58)と第2のフォトレジスト層(64)を付着し、

スイッチブレード(14)の形状に一致した第1のパターン開口を前記第2のフォトレジスト層(64)に形成し、スイッチブレード(14)を製造するために前記第1のパターン開口中に導電材料を付着し、

フォトレジスト中にハブ(16)の形状の第2のパターン開口を形成し、基体(12)の表面を露出させ、

前記第2のパターンの開口中に導電材料を付着してスイッチブレード(14)の回転軸となるハブ(16)を基体(12)上に形成し、

フォトレジスト中に電界制御部材の形状の第3のパターン開口を形成して基体(12)の表面を露出し、

前記第3のパターン開口中に導電材料を付着して基体(12)上に制御部材(18～23)を形成し、

20 残留する全てのフォトレジストを除去するステップを含む実質的に平坦な平面を有する誘電基体上に小型スイッチを形成する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、一般に電気スイッチ、特に集積回路処理技術を使用して集積回路基体上に製造されることが出来る形式の、マイクロ機械加工され、静電的に開閉が制御されることのできる小型のスイッチに関する。

30 【0002】

【従来の技術】高密度の集積回路で使用される素子では、消費電力、寸法および容積が非常に重要である。例えば、スイッチを小型化するために半導体スイッチが採用され、そのような半導体スイッチは集積回路ウェハの誘電基体上に形成されることが出来る。しかしながら、半導体スイッチはオン状態における内部電気抵抗を十分に小さくすることはできないために、オンの時にスイッチを通して流れる信号を減衰させるから、非常に低いエネルギーレベルの信号の場合にはそのような損失を無視することができない。また、信号の電力レベルが高いときには内部抵抗により発生する熱に対する冷却の問題も生じる。

【0003】半導体スイッチに比較して、電子・機械的(電磁型)スイッチは接続部の抵抗が低く、スイッチされる信号に大きい減衰損失を生じない。しかしながら、従来のこのような電子・機械的スイッチは典型的に集積回路チップの寸法に対して著しく大きい。例えば、この種のスイッチの大部分はチップと同程度またはそれより大きい寸法であり、回路に対して必要なスペースが大きくなり、そのため全体的な回路密度が低下する。さら

50

に、これらの電子・機械的スイッチは開閉制御のために比較的大きな電力を必要とする。

【0004】また、大型であるために電子・機械的スイッチは典型的にチップ表面から離れた位置に配置される。マイクロ波、ミリメートル波のような高い動作周波数および高いデータ速度の信号の処理では、伝送される信号が集積回路チップからウェハから離れたスイッチまで伝送され、再びチップに戻る間での伝送距離が大きくなることによって信号に大きい時間遅延を生じる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】マイクロ機械加工技術の出現により、薄膜集積回路技術を使用して機械的および電子・機械的装置を製造することが可能になった。その1例は、米国特許第4,740,410号明細書(R. S. Muller氏他“Micro Mechanical Elements and Method for their Fabrication”1988年4月26日出願)に記載されたレバー、ギア、シリンダおよびスプリングである。さらに、回転モータおよび直線モータ等の電子・機械的装置は米国特許第4,754,185号明細書(K. J. Gabriel氏他“Micro-Electrostatic Motor”1988年6月28日)に記載されている。

【0006】本発明の目的は、半導体スイッチに匹敵するような小型で、小さい駆動電力で動作し、しかも内部抵抗の小さい小型スイッチを提供することである。

【0007】

【課題解決のための手段】この目的は、本発明のスイッチによって達成される。本発明の小型スイッチは、実質的に平坦な表面を有する誘電材料の基体と、基体の表面に付着され、電気信号を導き、ギャップによって互いに分離された第1の伝送ラインセグメントおよび第2の伝送ラインセグメントを具備する導電材料の伝送ラインと、基体の表面に付着されたハブと、このハブを中心に回転可能にハブに取り付けられているスイッチブレードと、基体の表面に付着され、開回路位置と閉回路位置との間でスイッチブレードを回転させる静電界を生成するために制御信号を選択的に受信する制御パッドとを具備し、スイッチブレードは導電材料で構成され、閉回路位置に回転されたとき第1の伝送ラインセグメントと第2の伝送ラインセグメントとの間の回路を電気的に閉じて電気信号を伝送させる大きさに構成されていることを特徴とする。

【0008】本発明の小型スイッチは、集積回路処理技術を使用して集積回路チップの誘電基体上に製造されるマイクロ・機械加工され、静電的に開閉を制御される機械的スイッチとして構成される。特に、ハブおよびスイッチブレードは集積回路処理技術を使用して基体上に製造される。これによって基体上に形成された制御部材によって生成された静電力によりハブを中心に回転されることができ、スイッチブレードを生成する。したがって、スイッチブレードは伝送信号がマイクロ小型スイ

ッチによって選択的にオンおよびオフに切替えられるようにチップ上に形成された伝送ラインの2つの伝送ラインセグメント間の接続を開閉するために回転できる。また基体上に形成された多数の伝送ラインからの信号を選択的にスイッチし、分配する多投スイッチを製造することもできる。

【0009】

【発明の効果】本発明のスイッチおよびその製造方法には種々の利点がある。特に、超小型スイッチは集積回路の製造と同じ処理技術を使用してチップ基体上でバッチ製造されることができ、したがって、集積回路が製造されると同時に、非常に小さい空間しか必要とせず、容易に複製されるスイッチが製造されることができ、スイッチはまたスイッチが閉位置にある場合に伝送ラインに優れたインピーダンス整合を提供する。結果として、スイッチはマイクロ波およびミリメートル波信号スイッチング用として特に有効である。さらに、マイクロ機械加工されたスイッチは放射線に対して耐性がある。

【0010】付加的な利点は、スイッチがオン位置において非常に小さい電気抵抗、したがって低い挿入損失を呈し、それ故動作帯域幅全体にわたって非常に電力損失が小さいことである。また、スイッチは動作帯域幅全体にわたって高い絶縁性を呈する。さらに、スイッチは伝送信号がスイッチングのためにスイッチを通るように伝送させる通路の距離をあまり大きく増加させる必要がない。さらに、スイッチブレードを回転させ、所定の位置にスイッチブレードを保持するために必要な電力も非常に小さいものでよい。その結果、スイッチの駆動電力は著しく低いものとなる。

【0011】

【実施例】図面をさらに詳細に参照すると、図1の上面図に示されているように本発明の1実施例のマイクロ機械加工されたスイッチ10は実質的に平坦な表面を有する誘電材料の基体12上に製造される。基体12は優れた誘電体であり、半導体装置および伝送ラインがその表面領域に形成されることができ、ヒ化ガリウムから形成されることが好ましいが、例えばシリコン、サファイヤまたはリン化インジウムのような他の材料も基体12に対して使用されることができ、

【0012】図1に示された本発明の1実施例のスイッチでは、信号の開閉が行われる伝送ラインはこの基体12の表面上に形成され、電気信号を導通し、開閉するために距離を隔てて対向して配置された第1および第2の伝送ラインセグメント26、28より構成されている。これら第1と第2の伝送ラインセグメント26、28の間には表面に接着されているハブ16と、このハブ16を回転軸として回転するように構成された導電材料のスイッチブレード14が設けられており、このスイッチブレード14は図1に示されたような閉スイッチ位置に回転されたとき、その端部は伝送ラインセグメント26、28の端部と接触または

7

微小なギャップを介して隣接して位置され、伝送ラインセグメント26、28間を接続して回路を電氣的に閉じるような形状および寸法に構成されている。さらに、スイッチの開閉のためにスイッチブレード14を回転させる電界を生成するために制御信号を選択的に供給されることができる制御パッド18~23を含む制御手段が設けられている。

【0013】後に図3のa乃至dを参照してさらに詳細に説明されるように、スイッチブレード14は基体12上に製造され、ハブ16が形成されて、集積回路処理技術を使用して基体に結合される。入力伝送ラインセグメント26および出力伝送ラインセグメント28を有する伝送ラインもまた基体12の表面上に形成される。スイッチブレード14は細長い直線構造であり、スイッチブレード14が基体12の上面の平面に平行な平面において回転するようにハブ16に回転可能に取付けられる。スイッチブレード14の端部は、特性インピーダンスが実質的に同一であるように入力セグメント26および出力セグメント28と同じ幅および面積であることが好ましい。さらに、ブレード14の端部および伝送ラインセグメント26および28の端部はハブ16の軸に対して同心的であるように弧をなすように構成されている。ブレード14は導電性であり、チタニウムおよび金の薄い層のような材料から形成されている。スイッチブレード14は、集積回路チップ上に容易に適合することができるように非常に小さく製造される。例えば、スイッチブレードは典型的に長さ1000ミクロン、幅100ミクロンおよび厚さ2ミクロンである。

【0014】伝送ラインセグメント26、28は、ハブ16の軸を通る直線に沿ってハブ16を中心にして互に対向して位置され、好ましくは電気めっきによって金から製造される。伝送ラインセグメント26および28の各アーチ形の端部はハブ16の中心から等距離の円弧状である。したがって、スイッチブレード14が図1に示されたようにオン位置に回転されたとき、スイッチブレード14のアーチ形の端部は伝送ラインセグメント26、28の端部と接触して運動を妨げられることなく伝送ラインセグメント26および28と整列する位置をとることができる。

【0015】ブレード14が閉位置にある場合、ブレード14の端部と伝送ラインセグメント26および28の端部の表面間の小さいエアギャップはギャップに横切る高周波信号の伝送だけを許し、したがって全d、c、および低周波信号は遮断され、高周波バンドパスフィルタとして作用するスイッチになる。結果として、このスイッチ10は特にマイクロ波およびミリメートル波用に有効である。ブレード14の端部と伝送ラインセグメント26および28の整合端部との間のエアギャップは伝送される電気信号の損失を実際に減少するためにできるだけ短くされるべきである。例えば、ギャップは入力伝送ラインセグメント26上で最も高い周波数入力信号の波長の約0.1より小さくなければならない。約0.5ミクロン乃至約5.0ミクロン

8

の幅のエアギャップが実際に使用される。大きいエアギャップは伝送損失をかなり増加する。典型的に、整合した端部間の均一のエアギャップは約1ミクロンである。

【0016】制御パッドの対18-19、20-21および22-23はまた基体12の表面上に形成される。各対18-19、20-21および22-23の個々の制御パッドはハブ16の軸を通る直線に沿って互いにほぼ対向するように配置され、伝送ラインセグメント26および28の端部の位置からハブ16の中心軸に関して角度的に変位される。これらのパッドを製造するために使用される材料は好ましくは電気めっきされた金である。図2のスイッチング信号波形を参照して詳細に説明されるように、電気信号AおよびBはオンすなわち図1に実線で示されたスイッチブレード14の閉回路位置と図1で破線で表わされるオフすなわち開回路位置との間でスイッチブレード14を効果的に回転させる静電界をそれぞれ生成するようにまず制御パッド対18-19に、その後制御パッド対20-21に供給される。スイッチブレード14が図1のオンから破線で示されたオフ位置の方向へ回転されるとき、ブレード14の端部と伝送ラインセグメント26、28の端部との間の距離は拡大し、そのためそれらの間に十分な電氣的絶縁が得られる。

【0017】スイッチブレード14の回転の別の制御として、ブレード14の回転の平面まで高く基体12の表面上に突出して形成された2つの機械的停止部材34および36が設けられている。各停止部材34および36の一方の壁は、伝送ラインセグメント26および28の反対側の側壁の平面の延長のラインに沿って位置され、制御パッド22および23ならびに伝送ラインセグメント26および28の両方から物理的に変位されている。これらの停止部材34、36もまた金から形成され、閉位置を越えてスイッチブレード14が過剰な回転をすることを防止し、ブレード14の端部と伝送ラインセグメント26、28の端部の表面との間における表面積全体の整合および特性インピーダンス整合を維持する。さらに、停止部材34および36はスイッチブレード14が図1に破線で示された開位置からさらに反時計方向に回転してスイッチブレード14が伝送ラインセグメント26および28と結合される閉回路位置まで不注意に回転することを阻止する。これらの停止部材34および36は伝送ラインセグメント26および28から間隔を隔てられ、したがって電氣的に絶縁され、スイッチブレードの反時計方向の回転の結果としてスイッチブレード14による伝送ラインとの電気接触が行われることはない。

【0018】前述のようにオン位置とオフ位置との間でスイッチ10を切替えるために、図2に示された制御電圧信号AおよびBは制御パッドに接続された導線に沿って制御パッド18および19、或は制御パッド20および21に選択的に供給される。別の制御信号CおよびDは伝送ラインセグメント26および28にそれぞれ供給される。その代りとして、制御電圧信号CおよびDは伝送ラインセグメント26および28の端部に隣接して位置されているが、そ

こから絶縁されている制御パッド22-23の対に供給されることができる。

【0019】特に、閉位置から約45°ブレードを回転するように基準電圧レベルに関する第1の電圧極性の制御信号Aは制御パッド18に供給され、基準電圧レベルに関する逆の電圧極性の制御信号Bは制御パッド19に供給される。制御信号CおよびDはそれぞれ第1および第2の極性レベル間の基準レベルとして参照される同じ信号レベルである。その後、制御信号AおよびBは制御パッド20および21にスイッチされる。これはブレード14を引付ける静電界を生成し、それによってブレード14が回転され、図1における破線により示された完全なオフ位置に保持されるようにする。

【0020】しかしながら、図1に示されたようにスイッチがその閉すなわちオン位置に回転される場合には、電気制御信号AおよびBは制御パッド18および19に順次供給され、同じ基準レベルに戻され、制御信号Cは第1の電圧極性に变化され、制御信号Dは逆の極性レベルに変化される。結果として、制御信号CおよびDによって生成された静電界は、示された閉すなわちオン位置にスイッチブレード14を回転させて引付けて保持する。

【0021】しかしながら、スイッチ10をオフに回転することが必要である場合、制御信号CおよびDは再度切替えられて同じ基準電圧レベルに戻され、制御信号AおよびBは制御パッド18および19に、その後制御パッド20および21に供給される。制御パッドによって生成された静電界はスイッチブレード14を回転して、図1において破線で示された開位置すなわちオフ位置に戻す。制御パッド18および19または制御パッド20および21の単一の対によりブレード14を回転することができることが理解されるべきである。

【0022】図1のスイッチを製造するための処理は図3のa乃至dに示されている。図はスケール通りには描かれていない。図3のaに示されているように、基体12は実質的に平坦な表面を有し、その表面にフォトレジスト52の第1の層が約1.5ミクロンの厚さに付着される。間隔を隔てられた開口54および56のパターンが好ましくはフォトリソグラフィ処理によって開口パターンにおけるフォトレジストを除去してフォトレジスト52を貫通して基体12の表面まで形成される。

【0023】次に、図3のbに示されるように約1.0ミクロン厚さのフォトレジストの第2の層58が第1の層52の上に付着される。小さい凹部60および62は開口54および56と対応したこの第2のフォトレジスト層58の露出された上面に形成される。500オングストロームの厚さのチタニウムと約4500オングストロームの金とからなる薄層63が第2のフォトレジスト層58の露出表面上に付着される。これはチタニウムおよび金の蒸着によって行われる。したがって、小さいほぼ円錐形の突出部65が凹部60、62に対応した位置で薄層63中に形成される。

【0024】スイッチブレード14を製造するために薄層63の上部に第3のフォトレジスト層64を形成し、ブレード14の形状に対応したパターンを形成するためにフォトリソグラフ法が使用される。露光されたブレードパターン領域のフォトレジストは現像液により除去される。

【0025】次に、スイッチブレード14はチタニウムおよび金の薄層63上に金の薄いフィルム68を付着することにより製造される。金のこの層はほぼ2ミクロンの厚さであり、電気めっきによって付着されることが好ましい。円筒形の開口である軸孔66は、図示されていないフォトレジスト層に設けられた穴のパターンを使用してブレード14の中心を通して形成され、その軸孔の中心軸は基体の表面の平面に垂直である。この時点で残留するフォトレジスト層64は除去され、軸孔66の底部の金の薄層63の露出された部分はイオンミールリングによって選択的に除去される。

【0026】図3のcに示されたように、ハブ16を製造するためにブレード14を覆って約1.5ミクロンの厚さに別のフォトレジスト層74が形成される。その後、フォトリソグラフ処理および現像液によるフォトレジスト層74、58および52の選択的な除去によって、基体12の表面まで延在する円筒形の開口70が生成され、それはスイッチブレード14の軸孔66の直径よりも少し小さい直径を有し、また基体の表面に垂直な軸を有する。

【0027】この時点で、ほぼ500オングストロームの厚さのチタニウムおよびほぼ4500オングストロームの厚さの金の層76はフォトレジスト層74の露出面にわたって付着され、開口70の壁を内張りする。チタニウムは、開口70の底部において基体12の露出されたヒ化ガリウムに対して非常に良好に接着される。

【0028】層76の表面にフォトレジスト77の1.5乃至2.0ミクロンの厚さの層が付着され、フォトリソグラフィによってキャップ78用の円筒形パターンが形成され、開口70の上方のキャップのパターンに対応する露出されたフォトレジストは現像液により除去される。この段階において、キャップパターンの空洞および開口70はめっきによって付着された金の層で充填される。その結果、キャップ78を備えたハブ16および軸受80が形成される。キャップは、ブレード14の軸受80および軸孔66の両方よりも大きい直径を有する。チタニウムの薄層は金に良好に接着し、磨耗および摩擦を軽減する二重の滑らかな面を提供する。

【0029】スイッチ10は最終的に溶剤により第1、第2のフォトレジスト層を含めて残留する全てのフォトレジスト層を溶解して除去し、図3のdに断面で示されたようにチタニウムおよび金の層76の露出部分をイオンミールリングで除去することによって製造される。

【0030】機能的にスイッチブレード14の軸孔66はハブ16の軸受80を中心にして回転し、一方ブレード14の下面上の突出部65は基体12の表面上に乗っている。突出

部65は基体12の表面上に回転接触子となるブレード14を間隔を隔てて配置し、それによってブレード14と基体12との間の静電引力の影響を減少する。突出部65の基体12との接触面積は小さいため、それらは低摩擦でスライドする。ブレード14はキャップ78によってハブ16から外れることを防止されている。

【0031】制御パッド18乃至23並びに伝送ラインセグメント26および28並びに停止部材34および36の製造(図1)は図3のa乃至dに関する説明に含まれていないが、それらはそれに関連して説明された同じ集積回路処理技術を使用して回転接触子であるブレード14およびハブ16の処理期間中に同様に製造される。

【0032】図4に示された別の実施例のスイッチ87では、スイッチブレード89の端部が伝送ラインセグメント98および100の端部上に接触して回転するように構成されている。この実施例において、ハブ92の軸受90はスイッチブレード89中の軸孔の直径より大きい直径を持つ下部ボス部分94を有する。この下部ボス部分94の高さは伝送ラインセグメント98および100の厚さよりも大きく、したがってスイッチブレード89は回転され、制御パッド18乃至21(図1)に供給された制御信号AおよびBによって生成された静電界によって伝送ラインセグメント98および100と電気結合されるため、ブレード89の端部は制御信号CおよびDによって生成された伝送ライン98および100の静電引力によって伝送ラインセグメント98および100の端部と重なる。約1000オングストロームの厚さの二酸化シリコンのような誘電体の薄い層102は伝送ラインセグメント98および100の上部に蒸着され、ブレード89が伝送ラインセグメントと接触して短絡することを阻止する。したがって、スイッチブレード96は伝送ラインセグメントとの密接な電気結合を保持され、伝送された信号は伝送ラインセグメント98と100との間で導通される。もちろん、正確なマイクロ機械加工によりスイッチブレード89と伝送ラインセグメントの表面間に小さいギャップが存在するか、或はエアギャップが全く生じないようにスイッチ87を製造できることが理解されなければならない。

【0033】図5に示されているように、スイッチは複数の伝送ラインセグメント110、112または114、116が制御パッド対118、119、或は120、121に制御信号AおよびBを選択的に供給し、伝送ラインセグメント110および112または114および116に制御信号CおよびDを選択的に供給することによってスイッチブレード87に回転可能に接続またはそれから分離されることができる単極多投スイッチまたは分配器として製造されることができる。

【0034】図6に示された別の実施例において、スイッチブレード120は伝送ラインセグメント122および124の端部と物理的に接触し、d. c. および低周波信号をスイッチすることもできる。図6のスイッチブレード

120 および伝送ラインセグメント122 および124 並びに制御パッド126 および128 は、ブレード120 および伝送ラインセグメント122 および124の端部がハブ125の軸に関してらせんのような傾斜部でそれぞれ構成されることを除いて、図1の実施例の対応したスイッチ素子に類似している。ブレード120の端部127 および129 は、制御信号CおよびDが制御パッド26 および128に供給されたときにスイッチが生成された静電界によって閉位置に回転されると伝送ラインセグメント122 および124の端部130および132とそれぞれ物理的に接触するように形成されている。停止部材134 および136はスイッチブレード120の過度の回転を停止させる。

【0035】図1に示されるように、スイッチブレード14の端部と伝送ラインセグメント26および28の端部との間をエアギャップで分離する代りに、伝送ラインセグメント26および28の端部表面上に設けられた小さい導電突出部138 および140によりスイッチブレード14の端部表面と低摩擦の物理的接触を行うように構成することも可能である。これらの突出部は伝送ラインセグメント26および28の端部の表面領域の50%より小さい表面領域として摩擦をさらに減少させることが好ましい。

【0036】図7に示されたスイッチの別の実施例において、スイッチブレード140の各端部は予め定められた長さおよび深さの切取り部分142 および144を有する。例えば、所望の周波数応答に応じて切取り部分は100ミクロンの長さ×50ミクロンの深さであってもよい。

【0037】伝送ラインセグメント146 および148はそれぞれ切取り部分150 および152を含む。切取り部分150 および152はブレード140の切取り部分と実質的に同じ構造および寸法に構成され、寸法を与えられている。したがって、スイッチブレード140が示された閉位置に回転されたとき、停止部材154 および156はブレード140と伝送ラインセグメントとの間のエアギャップが約1ロミクロンのときにブレードの回転を停止する。

【0038】もちろん、上記の実施例に関して述べられたように、導電材料の小さいタブ158 および160は伝送ラインセグメントの各切取り部分150 および152の表面上にそれぞれ任意に形成されることができる。その代りとして、エアギャップは取除かれ、整合した切取り部分の隣接面に沿って物理的な接触が行われることができる。スイッチブレード140と伝送ラインセグメントとの間のこの接触はスイッチがd. c. および低周波信号を導通することを可能にする。

【0039】図8の断面図に示されているように、制御部材160はスイッチブレード162の端部に重なる。特に、制御部材160は基体166上に形成されたベース164を含み、本体部分168は基体表面の平面に垂直な平面においてベースから延在し、制御パッド170は基体166の表面に平行な平面において本体168の上部端部から延在し、それから間隔を隔てられている。

13

【0040】スイッチブレード162が回転して制御部材160と整列したとき、スイッチブレード162の端部はスイッチブレード162の端部と制御パッドの端部部分170との間に重なりを生じるように基体166と制御パッドの端部部分170との間の空間に移動する。実際には、この重なりは10乃至30ミクロンの長さであり、スイッチブレード162と制御パッド170の上部の間のエアギャップは1ミクロンである。この重なりの特長は、効果的な静電引力がスイッチブレード162と制御パッド170との間に生成されることである。

【0041】本発明の特徴が特定の実施例を参照して説明されたが、本発明の技術的範囲を逸脱せず多数の変形および修正が可能である。したがって、本発明の技術的範囲は添付された特許請求の範囲によってのみ限定されるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】スイッチブレードを備えたマイクロ機械加工された回転可能なスイッチの好ましい実施例のオン位置における上面図。

【図2】オン位置およびオフ位置間でスイッチブレードを回転するように図1のスイッチの素子を制御するため

14

に供給される制御信号の波形図。

【図3】図1のスイッチを製造するための処理ステップにおける断面図。

【図4】回転可能な静電的に付勢されるスイッチの第2の実施例の断面図。

【図5】信号を選択して分配するために複数のマイクロ波伝送ライン間でスイッチングすることができるマイクロ機械加工されたスイッチの1実施例の上面図。

【図6】スイッチブレードの端部および伝送ラインセグメントが互いに接触動作可能なスイッチの1実施例を示した図。

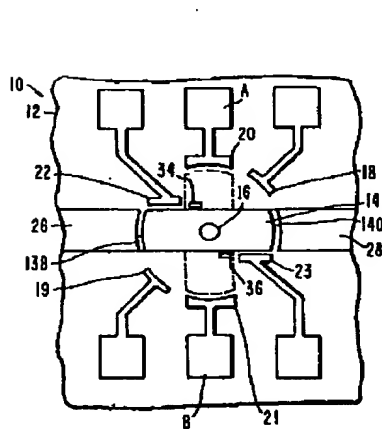
【図7】スイッチブレードの端部および伝送ラインセグメントが予め定められた周波数応答特性に対して構成されるスイッチの1実施例の上面図。

【図8】制御パッドがスイッチブレードの端部に重なった実施例の部分的断面図。

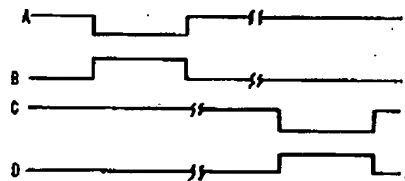
【符号の説明】

12…基体、14…スイッチブレード、16…ハブ、18-19、20-21、22-23…制御パッド対、26…入力セグメント、28…出力セグメント、34、36…機械的停止部。

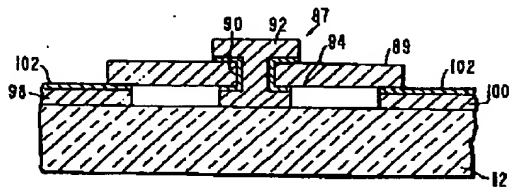
【図1】



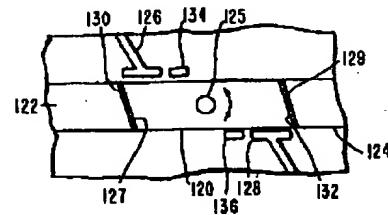
【図2】



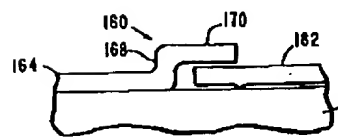
【図4】



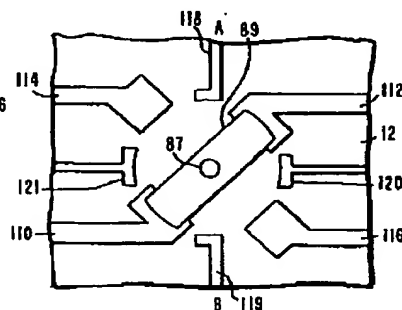
【図6】



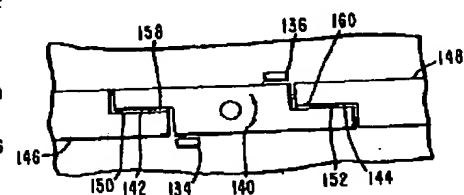
【図8】



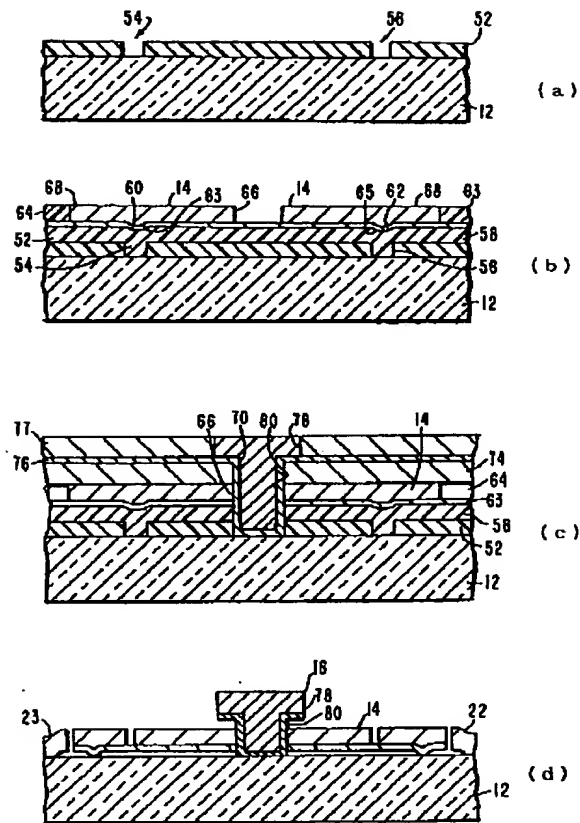
【図5】



【図7】



【図3】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 昭51-90481 (J P, A)
 特開 昭58-201218 (J P, A)
 特開 昭63-253884 (J P, A)
 特開 平2-103837 (J P, A)
 特開 平2-260333 (J P, A)
 実開 昭52-153074 (J P, U)
 実公 昭25-5216 (J P, Y 1)
 実公 昭26-1942 (J P, Y 1)
 米国特許2773242 (U S, A)
 米国特許3165712 (U S, A)
 米国特許4019000 (U S, A)
 米国特許4654678 (U S, A)
 米国特許4674180 (U S, A)
 米国特許4740410 (U S, A)
 米国特許4789803 (U S, A)
 米国特許4922253 (U S, A)
 英国特許出願公開2075750 (G B, A)